پژوهش‌های حبوبات ایران
سال(دوره)۱۱ شمارهٔ۱، نیمهٔ اوّل ۱۳۹۹
صفحهٔ ۹۹-۸۸، نوع مقاله: پژوهشی

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 11, No. 1, 2020, p. 88-99 (Research Article)
DOI: 10.22067/ijpr.v11i1.72520

ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های نخود به آبیاری تکمیلی در مراغه

داود صادق‌زاده اهری
عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران؛
dsadeghzade@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۰۴

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر آبیاری تکمیلی بر برخی صفات زراعی و عملکرد دانـه نخـود، آزمایشـی در قالـب کـرت‌هـای خردشده بر پایه بلوک کامل تصادفی به مدت سه سال زراعی (۹۲-۱۳۸۹) در ایسـتگاه تحقیقـات کشـاورزی دیـم مراغـه انجام شد. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری در زمان کاشت، آبیاری در زمان‌های کاشت و گل‌دهـی، آبیـاری در زمـان‌هـای کاشت، گل‌دهی و پُرشدن غلاف‌ها به‌عنوان کرت‌های اصلی و چهار ژنوتیپ نخود (آزاد، آرمان، ILC482 و یک توده بـومی از منطقه وان ترکیه) به‌عنوان کرت‌های فرعی درنظرگرفته شدند. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال بر تمام صـفات مورد مطالعه (تاریخ گل‌دهی، تاریخ رسیدن، دوره پُرشدن غلاف، ارتفاع بوته، وزن۱۰۰دانـه، عملکـرد زیسـت‌تـوده و دانـه، شاخص برداشت و شاخص باردهی) از نظر آماری معنی‌دار بود. اثر زمان آبیاری به‌جُـز وزن۱۰۰دانـه، شـاخص برداشـت و شاخص باردهی بر تمام صفات معنی‌دار بـود. بـین ژنوتیـپ‌هـای آزمایشـی از نظـر ارتفـاع بوتـه، وزن۱۰۰دانـه، عملکـرد (زیست‌توده و دانه)، شاخص برداشت و شاخص باردهی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. برهمکنش سال در ژنوتیپ بـه‌جُـز ارتفاع بوته، زیست‌توده، شاخص برداشت و شاخص باردهی بر کلیه صفات مورد بررسـی معنـی‌دار بـود. بـرهمکنش زمـان آبیاری در ژنوتیپ بر عملکرد (زیست‌توده و دانه) معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه (۱۰۶۴کیلوگرم در هکتار) متعلق بـه تیمار سه نوبت آبیاری بود. در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی بیشترین عملکرد دانه (۹۳۹کیلوگرم در هکتار) متعلق به ژنوتیپ ILC482 بود. جمع‌بندی نتایج نشان داد که استفاده از آبیاری تکمیلی در کشت بهاره نخود موجب بهبود اغلب صـفات و عملکرد دانه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: شاخص باردهی، صفات زراعی، عملکرد دانه، کشت بهاره

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) در بین حبوبـات از نظـر سطح زیرکشت و تولید، مهم‌ترین گیـاه زراعی کشـور محسوب مـی‌شـود (Eradatmand-Asli & Mehrpanah, 2009; Parsa & Bagheri, 2008). مطابق آمار منتشرشـده از سـوی وزارت جهاد کشـاورزی بیش از ۹۰درصد زراعت نخود در کشور به‌صورت دیم است (Anonymous, 2015). بخـش اعظمـی از مساحت کشت نخود دیم ایران در مناطقی با محدودیت شـدید آب و بارندگی‌ها قرار دارد. خشـکی یکـی از مهـم‌تـرین عوامـل محدودکننده تولید حبوبات به‌ویژه نخـود، بـاقلا (*Vicia faba* L.)، عدس (*Lens culinaris* Medik) و نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) در شرایط دیم مناطق مدیترانه‌ای غـرب آسـیا و شمال آفریقا است (Parsa & Bagheri, 2008).

به‌طورکلی از نظر اهمیت، تنش خشکی پس از تنش‌هـای دمایی (گرما و سرما)، دومین تنش غیرزیسـتی اسـت کـه گیـاه نخود را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Sing *et al*.,1994). کاهش و یا قطع بارندگی‌هـای منطقـه در اواخـر فصـل و بـروز خسـارت خشکی در مرحله گل‌دهی یکی از مهـم‌تـرین محـدودیت‌هـا در زراعت نخود در شرایط دیم است که اثـر منفـی و شـدیدی بـر کاهش عملکرد آن دارد (Tavakoli, 2013). در نواحی خشک و نیمه‌خشک، اتخاذ مدیریت زراعی مناسب جهت استفاده بهینه از آب موجود و در نتیجه کاهش اثر تنش خشـکی سـبب افـزایش تولید گیاهان زراعی می‌شود (Faraji & Islami, 2012).

نتایج یک بررسـی نشـان داد کـه آبیـاری تکمیلـی سـبب افزایش ماده خشک کـل، شـاخص سـطح بـرگ، سـرعت رشـد نسبی و در نهایت عملکرد دانه نخود می‌گـردد (Moemeni *et al*., 2013). بررسی اثرات سه نوع رژیم آبیـاری (بـدون تـنش، تنش در زمان گلدهی و تشکیل غلاف و تنش در زمان پُرشـدن دانه) بر سه لگوم دانه‌ای شامل لوبیـای معمـولی (*Phaseolus vulgaris* L.)، لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) و نخود نشان داد که در هر سه گونه، بیشترین کاهش عملکرد بـا اعمال تنش خشکی در زمان گلـدهی و تشـکیل غـلاف حاصـل می‌گردد و این مرحله حساس‌ترین دوره رشـدی گیـاه در برابـر تنش معرفی شد (Tesfaye *et al*., 2006). نتایج بررسی اثرات

آبیاری تکمیلی روی سه ژنوتیپ نخود (جم، پیروز و ۳۰۱) نیز تأئید نمود که مرحله تشکیل و پُرشدن دانه‌ها در نخود حساس ترین مرحله به کمبود آب است و در شرایط محدودیت آب، با آبیاری در این مرحله می‌توان عملکرد دانه را افزایش داد (Mohammadi *et al*., 2006). بررسی انجام‌شده روی نخود رقم هاشم نشان داد که آبیاری تکمیلی در هر دو مرحله غلاف دهی و گل‌دهی بیشترین عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد زیست‌توده را تولید کرد، درحالی‌که وزن۱۰۰۰دانه تحت تأثیر آبیاری تکمیلی قرار نگرفت (Armin & Bidi,2014).

هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر آبیاری تکمیلی بر برخی صفات زراعی و عملکرد دانه چهار ژنوتیپ نخود دیم در کشت بهاره، در منطقه مراغه و تعیین مناسب‌ترین زمان انجام آبیاری و ژنوتیپ مطلوب برای این منظور بود.

مواد و روش‌ها

این بررسی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه (طول جغرافیایی ۴۶درجه و ۱۵دقیقه شرقی، عرض جغرافیائی ۳۷درجه و ۱۷دقیقه شمالی، ارتفاع ۱۷۲۰متر از سطح دریا) و در طول سه سال زراعی (۹۲-۱۳۸۹) اجرا شد. خاک ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه از نوع رسی لومی بوده و از نظر اقلیمی در منطقه نیمه‌خشک و سرد قرار دارد. میانگین طولانی مدت بارندگی سالانه در ایستگاه ۳۶۰میلی‌متر، حداکثر و حداقل مطلق دمای هوا برابر ۳۷ و ۲۵-درجه سانتی‌گراد و متوسط سالانه دمای هوا ۹/۳درجه سانتی‌گراد است.

مطالعه در قالب کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و طی سه سال زراعی (۹۲-۱۳۸۹) انجام شد. سطوح آبیاری شامل آبیاری در زمان کاشت، آبیاری در زمان‌های کاشت و گلدهی، آبیاری در زمان‌های کاشت، گلدهی و پُرشدن غلاف‌ها در کرت‌های اصلی و چهار ژنوتیپ نخود دیم از تیپ کابلی (آرمان، آزاد، ILC482 و یک توده بومی از ترکیه) در کرت‌های فرعی قرار داشتند. مقادیر آبیاری در هر بار معادل۴۰میلی‌متر بود که بر اساس ابعاد کرت‌های آزمایشی محاسبه و توسط کنتور اندازه‌گیری و مصرف شد.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم با گاوآهن قلمی در پاییز سال قبل و استفاده از دیسک در بهار (قبل از کشت) بود و برای تغذیه گیاهان با توجه به نتایج تجزیه خاک مزرعه (جدول ۱)، از فرمول کودی N20P30 استفاده شد. تمامی کود فسفاته (سوپرفسفات تریپل) در پاییز سال قبل و کود نیتروژنه (اوره) در بهار (مرحله دو برگی) و به‌عنوان آغازگر (استارتر) مصرف شد (Anonymous,2017). کاشت آزمایش‌ها در نیمه دوم فروردین‌ماه هر سال انجام گردید.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه طی سال‌های آزمایش

Table 1. Some physically and chemically characteristics of the field soil during experimental years

سال زراعی Year	بافت خاک Soil texture	درصد شن Sand%	درصد سیلت Silt%	درصد رس Clay%	اسیدیته pH	درصد آهک Lime%	درصد مواد آلی O.C%	هدایت الکتریکی Ec (dSm/m)	درصد نیتروژن N%	درصد فسفر P%
۱۳۹۰-۱۳۸۹ 2010-2011	Clay Loam	14	31	55	7.3	6.8	0.8	0.85	0.08	17.6
۱۳۹۱-۱۳۹۰ 2011-2012	Clay Loam	12	30	58	7.4	6.4	0.7	0.88	0.06	13.6
۱۳۹۲-۱۳۹۱ 2012-2013	Clay Loam	11	34	55	7.3	6.6	0.7	0.84	0.08	19.8

هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به طول شش متر و فواصل ردیف ۲۵سانتی‌متر بود و تراکم کاشت برابر ۳۰بوته در مترمربع درنظرگرفته شد. برای سهولت در آبیاری و جلوگیری از تداخل و نفوذ آب در تیمارهای مختلف، فواصل کافی (سه متر) بین کرت‌های آزمایشی (کرت‌های اصلی) درنظرگرفته شد. بذور قبل از کاشت با قارچ‌کش مناسب (Benomyle به نسبت یک و نیم در هزار) ضدعفونی شده و عملیات کشت با بذرکار آزمایشی وینتر اشتایگر و در عمق چهار تا پنج سانتی‌متری خاک انجام گردید. در طول فصل رشد دوبار وجین دستی برای مبارزه با علف‌های‌هرز انجام شد. برای مبارزه با کرم طوقه‌خوار نخود (*Agrotis segetum* Schiff) یک نوبت طعمه مسموم (مخلوط سم Diazinon گرانوله به نسبت دو در هزار با سبوس گندم) در زمان رویش اولیه گیاهان (مرحله دو برگی) در مزرعه پخش شد. برای مبارزه با کرم غوزه‌خوار (*Heliothis viriplaca* Hufn.) در مرحله غلاف‌دهی از سم Dursban به غلظت دو در هزار استفاده شد.

در طول دوران رشد و نمو گیاهان از صفات مختلف زراعی نظیر تاریخ ۵۰درصد گلدهی، تاریخ رسیدن (رسیدگی

فیزیولوژیکی در ۹۰درصد از بوته‌های هر تیمار)، متوسط ارتفاع ۱۰بوته تصادفی از هر کرت یادداشت‌برداری به‌عمل آمد و پس از رسیدن گیاهان و حذف اثرات حاشیه‌ای (حذف نیم متر از ابتدا و انتها و همچنین حذف دو خط کناری در هر کرت)، وزن۱۰۰دانه و نهایتاً عملکرد زیست‌توده آفتاب خشک و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. همچنین طول دوره پُرشدن دانه (فاصله زمانی بین ۵۰درصد گل‌دهی تا رسیدن)، شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه بر زیست‌توده خشک برحسب‌درصد) و شاخص باردهی (زیست‌توده خشک برحسب تن در هکتار+عملکرد دانه برحسب تن در هکتار+شاخص برداشت) در هر تیمار محاسبه شد (Abdolrahmani & Tavakoli, 2017). در جدول۲، اطلاعات هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه در سال‌های مختلف آزمایشی آمده است.

عملیات تجزیه واریانس سالانه برای صفات مختلف انجام و در پایان سال سوم ضمن انجام آزمون یکنواختی واریانس‌ها، تجزیه مرکب (سه سال) بر اساس موازین آماری طرح مورداستفاده صورت گرفت. برای تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها و رسم نمودارها به ترتیب از نرم‌افزارهایMSTAT-C و Excell استفاده شد.

جدول ۲- آمار هواشناسی سه‌ساله (۹۲-۱۳۸۹) ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه

Table 2. Metrological data of Maragheh dryland agricultural research station (2010-2013)

ماه Month	سال‌های آزمایش / Experimental years ۱۳۸۹-۱۳۹۰ 2010-2011		۱۳۹۰-۱۳۹۱ 2011-2012		۱۳۹۱-۱۳۹۲ 2012-2013	
	بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)	متوسط دما (درجه سانتی‌گراد) Average temperature (°C)	بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)	متوسط دما (درجه سانتی‌گراد) Average temperature (○C)	بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)	متوسط دما (درجه سانتی‌گراد) Average temperature (°C)
Oct.	8.7	12.4	22.4	9.4	45.7	11.3
Nov.	0	4.2	33.3	-1	60.3	5.2
Dec.	10.4	1.1	12.7	-3.3	59.4	-1
Jan.	29.2	-6.2	27	-4.2	32.8	-2.5
Feb.	36.4	-2.9	20.3	-5.9	42.4	1
Mar.	79.6	1.6	29.8	-1.3	27.3	4
Apr.	129.4	8.1	46.7	9	29.9	8.5
May	54.7	13	42	14.1	47	12.4
Jun.	3	18.8	16.8	18.8	6.3	18.9
Jul.	1.2	23.3	0.8	22.3	0	23.3

نتایج و بحث

تعداد روز از کاشت تا ۵۰درصد گل‌دهی

نتایج تجزیه واریانس مرکب (سه ساله) نشان داد که تأثیر عامل‌های سال و آبیاری و نیز اثر متقابل سال در ژنوتیپ بر تعداد روز از کاشت تا ۵۰درصد گل‌دهی از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین دوره زمانی از کاشت تا ظهور ۵۰درصد گل‌ها متعلق به سال دوم و تیمار یک‌بار آبیاری در زمان کاشت بود (شکل ۱ و ۲). دلیل اصلی تفاوت بین سال‌های آزمایشی از نظر تأثیر بر این صفت را می‌توان به شرایط متغیر آب و هوایی مخصوصاً در طول دوره رشد و نمو گیاهان (فروردین تا تیرماه) نسبت داد (جدول ۲). همچنین به نظر می‌رسد به دلیل کمبود رطوبت موجود در خاک در تیمار یک‌بار آبیاری در مقایسه با تیمارهای دیگر و فراهم‌نشدن آب کافی برای افزایش طول دوره رشد رویشی نخود در اثر آن، زمان شروع گل‌دهی زودتر رخ‌داده است. نتایج مشابهی توسط سایر پژوهشگران مبنی بر تغییر زمان گل‌دهی نخود تحت تأثیر شرایط آب و هوایی و رطوبت موجود در خاک گزارش شده است (Anwar *et al*., 2003; Siddique *et al*., 2003) که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.

معنی‌دارشدن اثر متقابل سال در ژنوتیپ بر تعداد روز از کاشت تا ۵۰درصد گل‌دهی در این مطالعه (جدول ۳) نشان از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌های آزمایشی به شرایط آب و هوایی در سال‌های مختلف از نظر زمان گل‌دهی دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های آزاد و ILC482 در سال دوم آزمایشی با ۵۵روز و رقم آرمان در سال اول با ۷۰روز به ترتیب کمترین و بیشترین تعداد روز از کاشت تا ۵۰درصد گلدهی را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مرکب (سه‌ساله) صفات مورد مطالعه در نخود

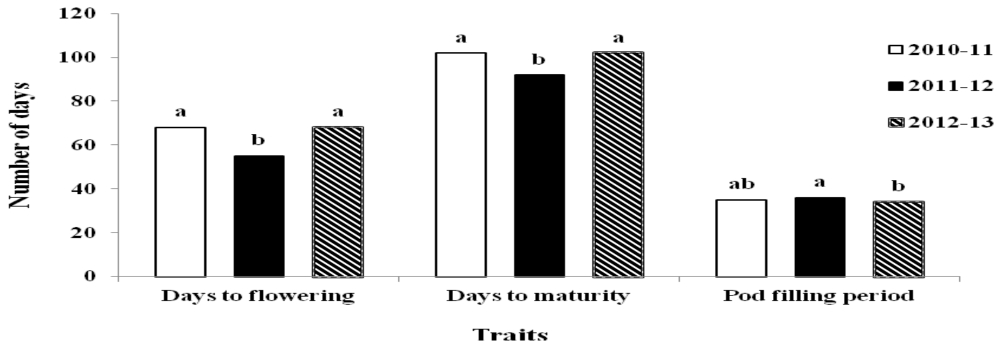
Table 3. Combined analysis of variance (three years) results of studied chickpea traits

منبع تغییرات **S.O.V**	درجه آزادی **df**	میانگین مربعات **MS**								
		تاریخ ۵۰درصد گل‌دهی **DF†**	تاریخ رسیدن **DM**	دوره پُرشدن غلاف **PFP**	ارتفاع بوته **PH**	وزن۱۰۰دانه **100 SW**	زیست‌توده **BY**	عملکرد دانه **GY**	شاخص برداشت **HI**	شاخص باردهی **PI**
Year(Y) سال	2	1841.4**	1286.0**	66.7**	215.4**	230.1**	54656.0**	5318.40**	2834.40**	1965.30**
Error خطا	6	7.96	18.30	13.30	13.80	4.60	522.50	106.70	72.40	64.60
Irrigation time(I) زمان آبیاری	2	6.8 *	97.90*	67.90*	168.70 **	0.42 ^{ns}	6848.50**	1577.50**	71.80 ^{ns}	77.11 ^{ns}
سال× زمان آبیاری (Y×I)	4	0.28 ^{ns}	11.31 **	11.30 ^{ns}	8.80 ^{ns}	0.32 ^{ns}	716.60 ^{ns}	131.20 ^{ns}	57.20 ^{ns}	64.54 ^{ns}
Error خطا	12	1.90	4.50	9.20	9.17	2.50	259.00	80.80	23.50	26.90
Genotype(G) ژنوتیپ	3	19.7 ^{ns}	8.80 ^{ns}	11.40 ^{ns}	35.50**	622.80**	240.70**	118.70**	73.10**	80.90**
سال×ژنوتیپ (Y×G)	6	8.8**	6.24 **	24.70 **	4.60 ^{ns}	6.60**	96.30 ^{ns}	36.50*	3.80 ^{ns}	3.30 ^{ns}
زمان آبیاری×ژنوتیپ (I×G)	6	0.43 ^{ns}	1.30 ^{ns}	2.40 ^{ns}	3.55 ^{ns}	1.20 ^{ns}	138.30 *	38.04 *	8.70 ^{ns}	9.95 ^{ns}
سال×زمان آبیاری×ژنوتیپ (Y×I×G)	12	0.59 ^{ns}	3.30 ^{ns}	3.50 ^{ns}	1.98 ^{ns}	1.30 ^{ns}	49.61 ^{ns}	12.70 ^{ns}	16.70 ^{ns}	16.60 ^{ns}
Error خطا	54	0.80	1.94	2.50	3.80	0.860	57.60	14.00	9.40	9.40
درصد ضریب تغییرات CV%	-	1.35	1.41	4.11	7.90	2.78	12.25	13.44	6.31	5.97

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد و ۵درصد؛ ns: فاقد اختلاف معنی‌دار آماری

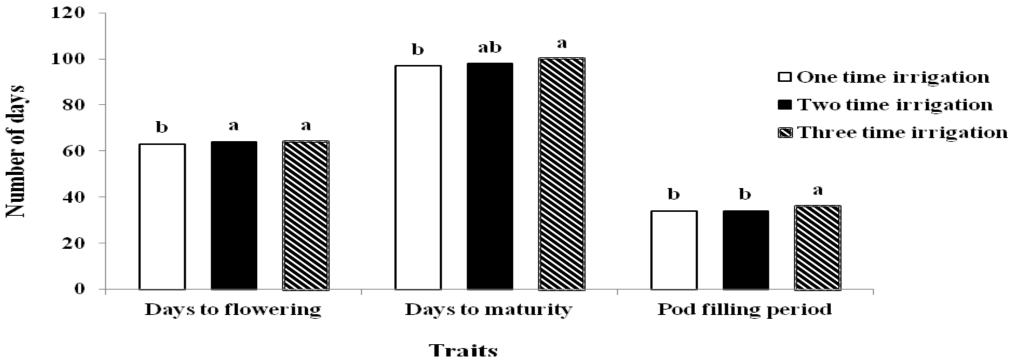
** and *: Significant at 1% and 5% probability level, respectively; ns: Non significant

† DF: Number of days from planting to 50% floweri; DM: Number of days from planting to 90% maturity; PFP: Pod filling period (days); PH: Plant height; 100SW: 100 Seed weight; BY: Dry biomass yield; GY: Grain yield; HI: Harvest index; PI: Productivity index



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر سال بر تعداد روز تا ۵۰درصد گل‌دهی، رسیدن و طول دوره پُرشدن غلاف نخود در طول سه سال آزمایش

Fig. 1. Mean comparisons of year effect on chickpea number of days to 50% flowering, maturity and pod filling period



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر زمان آبیاری بر تعداد روز تا ۵۰درصد گل‌دهی، رسیدن و طول دوره پُرشدن غلاف نخود

Fig. 2. Mean comparisons of irrigation time effect on chickpea number of days to 50% flowering, maturity and pod filling period

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سال×ژنوتیپ بر صفات مورد مطالعه نخود

Table 4. Mean comparisons of year by genotype interaction on chickpea studied traits

سال زراعی Cropping Season	ژنوتیپ Genotype	صفات Traits				
		تاریخ گلدهی (روز) DF†	تاریخ رسیدن (روز) DM	دوره پُرشدن غلاف (روز) PFP	وزن۱۰۰دانه (گرم) 100SW(g)	عملکرد دانه (تن در هکتار) GY(t/ha)
2010-11 ۱۳۸۹-۱۳۹۰	آرمان Arman	70 a*	102 ab	32 f	29.6 e	1.25 b
	آزاد Azad	68 cd	102 ab	33 ef	33.0 c	1.38 a
	ILC482	66 e	103 a	37 a	31.5 d	1.42 a
	بومی ترکیه Turkish local	66 e	103 a	36 ab	42.1 a	1.20 b
2011-12 ۱۳۹۰-۱۳۹۱	آرمان Arman	56 f	93 d	37 a	31.9 d	0.790 c
	آزاد Azad	55 g	91 e	36 ab	33.9 c	0.750 c
	ILC482	55 g	90 e	35 cd	33.4 c	0.830 c
	بومی ترکیه Turkish local	56 f	92 d	36 ab	42.8 a	0.610 d
2012-13 ۱۳۹۱-۱۳۹۲	آرمان Arman	69 ab	102 ab	33 ef	27.8 f	0.630 d
	آزاد Azad	67 d	101 ab	34 de	29.5 e	0.580 d
	ILC482	68 cd	101 ab	33 ef	28.6 f	0.570 d
	بومی ترکیه Turkish local	68 cd	102 ab	34 de	36.4 b	0.550 d

*: میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد (آزمون دانکن) می‌باشند.

* Means with the same letters in each column have not significantly differences at 5% probability level (Duncan Multiple Range Test).
DF: Number of days from planting to 50% flowering; DM: Number of days from planting to 90% maturity; PFP: Pod filling period (days); 100SW: 100 Seeds weight; GY: Grain yield

تعداد روز از کاشت تا رسیدن

اثر ساده عوامل سال، زمان آبیاری و نیز اثرات متقابل سال در زمان آبیاری و سال در ژنوتیپ بر صفت تعداد روز از کاشت تا رسیدن از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سال اول به همراه سال سوم بیشترین و سال دوم کمترین مقادیر این صفت را به خود اختصاص دادند (شکل ۱). مقایسه میانگین اثر ساده زمان آبیاری نیز نشان داد که به‌طور متوسط آبیاری در زمان‌های کاشت، گل‌دهی و پُرشدن غلاف‌ها در مقایسه با یک‌بار آبیاری در زمان کاشت موجب تأخیر سه‌روزه در رسیدن ژنوتیپ‌های آزمایشی شد (شکل ۲).

نخود جزو گیاهانی با عادت رشدی نامحدود است (Eradatmand-Asli & Mehrpanah, 2009; Parsa & Bagheri, 2008) و به نظر می‌رسد دردسترس‌بودن رطوبت بیشتر برای گیاهان آزمایشی در تیمار سه‌بار آبیاری (زمان‌های کاشت، گل‌دهی و پُرشدن غلاف‌ها) موجب افزایش صفت تعداد روز از کاشت تا رسیدن دانه در این پژوهش شد. نتایج مشابهی در زمینه افزایش تعداد روز از کاشت تا رسیدن دانه در نخود در اثر افزایش تعداد آبیاری توسط سایر پژوهشگران گزارش‌شده است (Acharya *et al.*, 2015) که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.

معنی‌داربودن اثر متقابل سال در ژنوتیپ در مورد صفت تعداد روز از کاشت تا رسیدن در این مطالعه نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف نخود از نظر زمان رسیدن واکنش‌های متفاوتی به شرایط آب و هوایی سال زراعی دارند. مقایسه میانگین اثر متقابل سال در ژنوتیپ نشان داد که بیشترین تعداد روز از کاشت تا رسیدن دانه در سال اول و متعلق به ژنوتیپ‌های ILC482 و بومی ترکیه بوده و کمترین مقدار این صفت به ژنوتیپ ILC482 در سال دوم تعلق داشت (جدول۴).

دوره پُرشدن غلاف

تأثیر عامل‌های سال و آبیاری و نیز اثر متقابل سال در ژنوتیپ بر طول دوره پُرشدن غلاف از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که سال‌های دوم و سوم ضمن داشتن تفاوت معنی‌دار آماری به‌ترتیب از بیشترین و کمترین مقدار طول دوره پُرشدن غلاف برخوردار بوده و در دو گروه آماری مختلف قرار گرفتند (شکل ۱). بر اساس نتایج حاصله، انجام سه‌بار آبیاری (زمان‌های کاشت، گل‌دهی و پُرشدن غلاف‌ها) باعث افزایش طول دوره پُرشدن غلاف گردید که در مقایسه با تیمارهای دو و یک‌بار آبیاری، دو روز بیشتر بود (شکل۲).

مطالعات نشان داده است که کاهش بارندگی‌ها در اواخر فصل رشد و نمو (گل‌دهی و بعد از آن) به همراه افزایش دمای هوا در منطقه سبب تشدید تنش خشکی و کاهش طول دوره پُرشدن غلاف در نخود دیم می‌گردد و درنهایت موجب کاهش عملکرد آن می‌شود (Khamssi *et al.*, 2011) و تأمین رطوبت لازم و مناسب در طی این دوره (آبیاری تکمیلی) سبب افزایش طول دوره پُرشدن غلاف‌ها می‌گردد (Pasandi *et al.*,2014) که با نتایج این پژوهش مطابقت داشته و آن را تائید می‌کند.

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که تأثیر عوامل ساده سال، آبیاری و ژنوتیپ بر ارتفاع بوته از نظر آماری معنی‌دار ($p\leq0.01$) بود (جدول ۳). بیشترین ارتفاع بوته مربوط به سال اول آزمایشی بوده و پس از آن سال‌های سوم و دوم قرار داشتند (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر سال بر صفات مورد مطالعه نخود

Table 5. Mean comparisons of year effect on chickpea studied traits

سال زراعی Cropping season	صفت Trait					
	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) PH(cm)†	وزن۱۰۰دانه (گرم) 100 SW(g)	زیست‌توده (تن در هکتار) BY(t/ha)	عملکرد دانه (تن در هکتار) GY(t/ha)	شاخص برداشت (درصد) HI (%)	شاخص باردهی PI
۱۳۸۹-۱۳۹۰2010-11	27 [a]*	34.03 [b]	3.375 [a]	1.314 [a]	38.60 [b]	43.28 [c]
۱۳۹۰-۱۳۹۱2011-12	22 [b]	35.50 [a]	1.361 [b]	0.745 [b]	55.70 [a]	57.80 [a]
۱۳۹۱-۱۳۹۲2012-13	26 [a]	30.60 [c]	1.140 [b]	0.582 [b]	51.30 [ab]	53.04 [b]

* میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد (آزمون دانکن) می‌باشند.

*Means with the same letters in each column have not significantly differences at 5% probability level (Duncan Multiple Range Test).

† PH: Plant height; 100SW: 100 Seed weight; BY: Biomass yield; GY: Grain yield; HI: Harvest index; PI: Productivity index

همچنین نتایج نشان داد که تیمارهای سه و دوبار آبیاری در مقایسه با تیمار یک نوبت آبیاری در مرحله کاشت از نظر صفت ارتفاع بوته در رتبه‌های بالاتری قرار داشتند (جدول ۶). پژوهشگران نیز در گزارش‌های خود بیان داشتند که افزایش دفعات آبیاری تکمیلی در نخود موجب افزایش ارتفاع بوته می‌گردد (Pasandi *et al*., 2014; Mohammadi *et al*., 2006; Armin & Bidi, 2014) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین ارتفاع بوته متعلق به رقم آرمان بود که به همراه ژنوتیپ بومی ترکیه در یک گروه آماری جای داشتند و دو ژنوتیپ آزاد و ILC482 در گروه آماری پایین‌تری قرار گرفتند (جدول ۷). تفاوت بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر ارتفاع بوته توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Gunes *et al*., 2006; Tuba Biçer, 2009; Kanouni *et al*., 2012; Sadeghzadeh-Ahari, 2017).

وزن۱۰۰دانه

عامل‌های سال، ژنوتیپ و همچنین برهمکنش سال در ژنوتیپ بر وزن۱۰۰دانه از نظر آماری اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر عامل سال نشان داد که بیشترین وزن۱۰۰دانه متعلق به سال دوم آزمایشی (۹۱-۱۳۹۰) بود و سال‌های اول و سوم در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد افزایش طول دوره پُرشدن غلاف‌ها در سال دوم (شکل ۱) دلیل اصلی اختلاف به‌وجودآمده بین سال‌های آزمایشی از نظر وزن۱۰۰دانه باشد، چون با افزایش طول دوره پُرشدن غلاف، فرصت بیشتری برای ذخیره مواد حاصل از فتوسنتز در دانه‌های گیاه حاصل می‌گردد. به نظر پژوهشگران، کوتاهی دوره رشد و نمو زایشی و پُرشدن غلاف‌ها در نخود باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد نخود (از جمله وزن۱۰۰دانه) می‌گردد (Farbodnia, 1997).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ژنوتیپ بومی ترکیه و رقم آرمان به‌ترتیب از بیشترین و کمترین مقادیر وزن۱۰۰دانه در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی برخوردار بودند (جدول ۷). اختلاف بین ژنوتیپ‌های مختلف نخود از نظر وزن۱۰۰دانه در مطالعات سایر محققان نیز گزارش‌شده است (Pasandi *et al*.,2014; Mohammadi *et al*., 2006).

بررسی و مقایسه میانگین برهمکنش سال در ژنوتیپ نشان داد که بیشترین مقدار وزن۱۰۰دانه در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی متعلق به ژنوتیپ بومی ترکیه در سال دوم و اول بود (جدول ۴). به‌طورکلی از نتایج چنین استنباط می‌گردد که ژنوتیپ بومی ترکیه در تمامی سال‌های آزمایشی از نظر صفت وزن۱۰۰دانه نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر در وضعیت بهتری قرار داشته و از وزن۱۰۰دانه بالاتری برخوردار بود. ارقام آرمان و آزاد در سال سوم ضمن داشتن کمترین مقادیر این صفت اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای آزمایشی داشته و در پایین‌ترین گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴).

عملکرد (دانه و زیست‌توده)

عوامل سال، آبیاری و ژنوتیپ بر عملکرد دانه و زیست‌توده از نظر آماری تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۳). در بین سال های آزمایشی بیشترین مقدار عملکرد دانه و زیست‌توده متعلق به سال اول (۹۰-۱۳۸۹) بود که در مقایسه با دو سال دیگر ضمن داشتن اختلاف معنی‌دار در کلاس آماری بالاتری قرار داشت (جدول ۵). نتایج همچنین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و زیست‌توده متعلق به تیمار سه‌بار آبیاری بود

(جدول ۶) و به‌طورکلی افزایش تعداد دفعات آبیاری موجب بهبود و افزایش عملکرد دانه و زیست‌توده در نخود شد. در این مطالعه معلوم شد که کمترین مقادیر عملکرد دانه و زیست‌توده متعلق به انجام یک‌بار آبیاری در زمان کاشت بود که در مقایسه با دو تیمار دیگر در رتبه پایین‌تری قرار داشت (جدول ۶). نتایج مطالعات مشابه انجام‌شده در نخود نیز حاکی از تأثیر مثبت تیمار آبیاری در افزایش عملکرد دانه و ماده خشک تولیدی دارد (Armin & Bidi, 2014; Mohammadi *et al*., 2006; Tuba Bicer *et al*., 2004; Ullah *et al*., 2002; Zhang *et al*., 2000).

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر مرحله آبیاری بر صفات مورد مطالعه نخود

Table 6. Mean comparisons of irrigation stage effect on chickpea studied traits

مرحله آبیاری Irrigation stage	صفت Trait ارتفاع بوته (سانتی‌متر) PH(cm)†	وزن۱۰۰دانه (گرم) 100 SW(g)	زیست‌توده (تن در هکتار) BY(t/ha)	عملکرد دانه (تن در هکتار) GY(t/ha)
Planting کاشت	22 c*	33.5 a	1.4935 c	0.652 b
Planting and flowering کاشت و گل‌دهی	25 b	33.2 a	2.024 b	0.925 a
Planting, flowering and pod filling کاشت، گل‌دهی و پُرشدن غلاف‌ها	27 a	33.4 a	2.360 a	1.064 a

* میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد (آزمون دانکن) می‌باشند.

*Means with the same letters in each column have not significantly differences at 5% probability level (Duncan Multiple Range Test).

† PH: Plant height; 100SW: 100 Seeds weight; BY: Biomass yield: GY: Grain yield

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ بر صفات مورد مطالعه

Table 7. Mean comparisons of genotype effect on chickpea studied traits

ژنوتیپ Genotype	صفت Trait ارتفاع بوته (سانتی‌متر) PH(cm)†	وزن۱۰۰دانه (گرم) 100SW(g)	زیست‌توده (تن در هکتار) BY(t/ha)	عملکرد دانه (تن در هکتار) GY(t/ha)	شاخص برداشت (درصد) HI(%)	شاخص باردهی PI
Arman آرمان	26.1 a*	29.8 c	2.03 a	0.890 ab	46.9 b	49.9 b
Azad آزاد	24.1 b	32.1 b	1.97 a	0.906 ab	49.5 a	52.4 a
ILC482	23.5 b	31.1 bc	2.01 a	0.939 a	50.3 a	53.2 a
Turkish local بومی ترکیه	25.4 a	40.4 a	1.82 b	0.785 b	47.3 b	49.9 b

* میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد (آزمون دانکن) می‌باشند.

*Means with the same letters in each column have not significantly differences at 5% probability level (Duncan Multiple Range Test).

† PH: Plant height; 100SW: 100 Seed weight; BY: Dry biomass; GY: Grain yield; HI: Harvest index; PI: Productivity index

مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ نشان داد که لاینILC482 در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های آزمایشی از بیشترین مقدار عملکرد دانه و زیست‌توده برخوردار بوده و کمترین مقدار عملکرد دانه و زیست‌توده متعلق به ژنوتیپ بومی ترکیه بود (جدول ۷). تفاوت‌های ژنوتیپی از نظر عملکرد (دانه و زیست‌توده) در نخود در مطالعات پژوهشگران دیگر نیز گزارش‌شده است (Ahmed & Suliman, 2010; Shaban *et al*., 2010; Pasandi *et al*., 2014).

برهمکنش تعداد آبیاری در ژنوتیپ بر روی دو صفت عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳)؛ یعنی ژنوتیپ‌های مختلف نسبت به دفعات و زمان‌های آبیاری واکنش‌های متفاوتی داشتند. بررسی و مقایسه میانگین این برهمکنش نشان داد که در کلیه ژنوتیپ‌های تحت بررسی در این مطالعه، بیشترین مقادیر عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه متعلق به تیمار سه‌بار آبیاری بود (جدول ۸). عملکرد رقم آزاد در تیمار دوبار آبیاری (زمان کاشت و مرحله گل‌دهی) در مقایسه با تیمار یک‌بار آبیاری در مرحله کاشت، ۵۸/۸درصد افزایش داشت که در بین ژنوتیپ‌های تحت بررسی بیشترین پاسخ را به این تیمار آبیاری از خود نشان داد. کمترین مقدار پاسخ در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی در تیمار دوبار آبیاری در مقایسه با تیمار یک‌بار آبیاری متعلق به ژنوتیپ بومی ترکیه بود و برابر با ۲۸/۹درصد بود (جدول ۸).

در مقایسه عملکرد حاصل از ژنوتیپ‌های آزمایشی تحت تیمار سه‌بار آبیاری (مراحل کاشت، گل‌دهی و پُرشدن غلاف‌ها) با تیمار یک‌نوبت آبیاری در مرحله کاشت معلوم شد که بیشترین مقدار افزایش عملکرد (۷۱/۶درصد) متعلق به رقم آرمان و کمترین مقدار افزایش عملکرد نیز متعلق به ژنوتیپ بومی ترکیه (۵۱/۳درصد) بود (جدول ۸) که ضمن تأئید پاسخ‌های متفاوت ژنوتیپ‌های آزمایشی به آبیاری در مراحل مختلف رشد، حاکی از پاسخ نسبتاً ضعیف ژنوتیپ بومی ترکیه به تیمارهای دو و سه‌بار آبیاری در مراحل مختلف رشد است. پاسخ‌های متفاوت ژنوتیپ‌های نخود به آبیاری تکمیلی از نظر عملکرد دانه و زیست‌توده در مطالعات سایر پژوهشگران نیز گزارش‌شده است (Nayyar *et al*., 2006; Shaban *et al*., 2010). به‌نظر می‌رسد از روی این خصیصه (پاسخ متفاوت ژنوتیپ‌های نخود به تیمار آبیاری در مراحل مختلف رشد) بتوان در مناطقی که به‌دلیل کمبود منابع آبی فقط امکان استفاده از یک یا دوبار آبیاری فراهم است، نسبت به انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب و با قابلیت تولید بیشتر اقدام نمود که نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد.

بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین برهمکنش مرحله آبیاری و ژنوتیپ بر عملکرد زیست‌توده نیز نشان داد که به‌طورکلی با افزایش دفعات آبیاری در ژنوتیپ‌های نخود مقدار عملکرد زیست‌توده افزایش می‌یابد. بیشترین مقدار این صفت مربوط به ژنوتیپ‌های آرمان و ILC482 در تیمار سه مرحله آبیاری و کمترین مقدار عملکرد زیست‌توده تولیدی در واحد سطح متعلق به رقم آزاد در تیمار یک مرحله آبیاری در زمان کاشت بود (جدول ۸).

شاخص برداشت و شاخص باردهی

نتایج نشان داد که شاخص‌های برداشت و باردهی تحت تأثیر اثرات ساده سال و ژنوتیپ قرار گرفتند (جدول ۳). بیشترین شاخص برداشت و شاخص باردهی متعلق به سال دوم آزمایشی و کمترین مقدار این صفت‌ها مربوط به سال اول آزمایشی بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر ساده ژنوتیپ بر این صفت‌ها نشان داد که ژنوتیپ ILC482در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از بیشترین مقدار شاخص برداشت و شاخص باردهی برخوردار بوده و کمترین مقدار این صفت‌ها متعلق به ژنوتیپ بومی ترکیه بود (جدول ۷).

جدول ۸- مقایسه میانگین برهمکنش مرحله آبیاری×ژنوتیپ بر عملکرد دانه و زیست‌توده نخود

Table 8. Mean comparisons of irrigation stage by genotype interaction on chickpea grain and biomass yields

مرحله آبیاری Irrigation stage	ژنوتیپ Genotype	صفات Traits عملکرد دانه (تن در هکتار) GY(t/ha) †	عملکرد زیست‌توده (تن در هکتار) BY(t/ha)
Planting کاشت	Arman آرمان	0.652 g*	1.543 f
	Azad آزاد	0.648 g	1.435 f
	ILC482	0.689 g	1.530 f
	Turkish Localبومی ترکیه	0.620 g	1.465 f
Planting and flowering کاشت و گل‌دهی	Arman آرمان	0.900 e	2.030 cde
	Azad آزاد	1.029 bcd	2.219 bc
	ILC482	0.958 cde	2.012 de
	Turkish local بومی ترکیه	0.799 f	1.840 e
Planting, flowering and pod filling کاشت، گل‌دهی و پُرشدن غلاف‌ها	Arman آرمان	1.119 ab	2.513 a
	Azad آزاد	1.040 bc	2.261 b
	ILC482	1.170 a	2.498 a
	Turkish local بومی ترکیه	0.938 de	2.160 bcd

* میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد (آزمون دانکن) می‌باشند.

*Means with the same letters in each column have not significantly differences (Duncan Multiple Range Test).

† BY: Biomass yield; GY: Grain yield

نتیجه‌گیری

زراعت نخود در سیستم‌های زراعی کشور با اقلیم خشک و نیمه‌خشک رایج بوده و با توجه به اهمیت آن به‌عنوان یک منبع تأمین‌کننده پروتئین غذایی انسانی و حاصلخیزی خاک و از طرف دیگر صدمات جبران‌ناپذیر تنش خشکی بر عملکرد نخود، به‌کارگیری روش‌هایی که سبب افزایش عملکرد آن شود، اهمیت دارد. از سوی دیگر در نواحی خشک و نیمه‌خشک، اتخاذ مدیریت زراعی مناسب جهت استفاده بهینه از آب موجود و درنتیجه کاهش اثر تنش خشکی سبب افزایش تولید می‌شود. نتایج این بررسی نشان داد که اثر تعداد آبیاری به غیر از وزن۱۰۰دانه، شاخص برداشت و شاخص باردهی بر تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بوده و انجام سه‌بار آبیاری در مراحل کاشت، گل‌دهی و پُرشدن غلاف‌ها موجب بهبود اغلب صفات زراعی، عملکرد دانه و زیست‌توده در نخود می‌گردد. نتایج همچنین حاکی از وجود اختلاف بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر ارتفاع بوته، وزن۱۰۰دانه، عملکرد (زیست‌توده و دانه)، شاخص برداشت و شاخص باردهی بود که می‌توان از این تنوع در اصلاح و معرفی ژنوتیپ‌های مناسب برای آبیاری تکمیلی در مناطق مستعد استفاده نمود. وجود اثر معنی‌دار متقابل بین زمان آبیاری و ژنوتیپ در مورد عملکرد (زیست‌توده و دانه) نشان از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌های نخود نسبت به انجام آبیاری در مراحل مختلف رشد و نمو دارد. در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی بیشترین عملکرد دانه متعلق به ژنوتیپILC482 بود و به‌منظور بهبود و افزایش عملکرد نخود بهاره در منطقه مراغه و مناطق مشابه آب‌وهوایی استفاده از سه‌بار آبیاری در زمان‌های کاشت، گل‌دهی و غلاف‌دهی و کشت ژنوتیپILC482 توصیه می‌شود.

منابع

1. Abdolrahmani, B., and Tavakoli, A.R. 2017. Effect of plant density on grain yield and yield components of barley cultivars in dryland cold region. Agroecology Journal 13(2):1-11. (In Persian with English Summary).
2. Acharya, N.R., Shrestha, J., Sharma, S., and Lama, G.B. 2015. Study on effect of supplementary irrigation on rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Journal of Applied Sciences and Biotechnoly 3(3): 431-43.
3. Ahmed, F.E., and Suliman, A.S.H. 2010. Effect of water stress applied at different stages of growth on seed yield and water-use efficiency of Cowpea. Agriculture and Biology Journal of North America 1(4): 534-540.
4. Anonymous. 2015. Statistical Information of Agricultural Crops Production in Iran. Department of Statistics. Ministry of Jihad-e-Keshavarzi. 1:1-44.(In Persian).
5. Anonymous. 2017. Guide Lines for Cropping Dryland Chickpea. Dryland Agricultural Research Institute. (In Persian).
6. Anwar, M.R., Mckenzie, B.A., and Hill, G.D. 2003. Phenology and growth response to irrigation and sowing date of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) in a cool temperate sub humid climate. Journal of Agricultural Science 141: 273-284.
7. Armin, M., and Bidi, M. 2014. Effects of supplemental irrigation and foliar application of zinc on yield and yield components of chickpea. Plant Eco-Physiology Journal 6(18): 43-54. (In Persian with English Summary).
8. Eradatmand-Asli, D., and Mehrpanah, H. 2009. Pulse Crops Production and Nitrogen Fixation. Islamic Azad University of Saveh Publish. (In Persian).
9. Faraji, A., and Islami, K. 2012. Effect of supplemental irrigation on seed yield and yield components of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in Gonbad region of Iran. Seed and Plant Production Journal 28(2): 133-144. (In Persian with English Summary).
10. Farbodnia, T. 1997. Effect of Drought Stress on Germination, Growth, Biochemical Changes Under Drought in Tow Chickpea Lines. MSc. Thesis. University of Tarbiat Moalem, Tehran, Iran. 125 pp. (In Persian).
11. Gunes, A., Cicek, N., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Guneri, E., and Guzelordu, T. 2006. Genotypic response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to drought stress implemented at pre- and post-anthesis stages and its relations with nutrient uptake and efficiency. Plant, Soil and Environment Journal 52(8): 368-376.
12. Kanouni, H., Shahab, M.R., Imtiaz, M., and Khalilid, M. 2012. Genetic variation in drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. Crop Breeding Journal 2(2): 133-138.

13. Khamssi, N.N., Ghasemi-golezani, K., Najaphy, A., and Zehtab, S. 2011. Evaluation of grain filling rate, effective grain filling period and resistance indices under acclimation to gradual water deficit stress in chickpea cultivars. Australian Journal of Crop Sciences 5: 1044-1049.
14. Moemeni, F., Ghobadi, M., Jalali-honarmand, S., and Shekaari, P. 2013. Effect of supplementary irrigation on growth analysis of chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences 5(14): 1595-1600.
15. Mohammadi, GH., Ghasemi Golezani, K., Javanshir, A., and Moghaddam, M. 2006. The Influence of water limitation on the yield of three chickpea cultivars. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 10(2): 109-120. (In Persian).
16. Nayyar, H., Kaur, S., Singh, S., and Upadhyaya, H.D. 2006. Differential sensitivity of Desi (small-seeded) and Kabuli (large-seeded) chickpea genotypes to water stress during seed filling: effects on accumulation of seed reserves and yield. Journal of the Science of Food and Agriculture 86: 2076-2082.
17. Parsa, M., and Bagheri, A.R. 2008. Pulses. Mashhad Jihad-e- Daneshghahi Publication. (In Persian).
18. Pasandi, M., Janmohammadi, M., and Karimizadeh, R. 2014. Evaluation of genotypic response of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to irrigation regimes in Northwest of Iran. Agriculture Journal (Poľnohospodárstvo) 60(1): 22-30.
19. Sadeghzadeh-Ahari, D. 2017. Study on the effect of seed size on agronomic characteristics, grain yield and drought tolerance of chickpea. Agricultural Crop Management 19(1): 69-85. (In Persian with English Summary).
20. Shaban, M., Mansourifar, S., Ghobadi, M., and Ashrafi Parchin, R. 2010. Effect of drought stress and starter nitrogen fertilizer on root characteristics and seed yield of four chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. Seed and Plant Production Journal 27(4): 451-470. (In Persian with English Summary).
21. Siddique, K.H.M., Loss, S.P., and Thomson, B.D. 2003. Cool season grain legumes in dryland Mediterranean environments of Western Australia: Significance of early flowering. In: N.P. Saxena (Ed.). Management of Agricultural Drought. Science Publishers, Enfield (NH), USA, p. 151-161.
22. Singh, K. B., Malhorta, R.S., Halila, M.H., Knights, E.J., and Verma, M.M. 1994. Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica 73: 137-149.
23. Tavakoli, A.R. 2013. Rain Water Productivity Indices Maps at Rainfed Crops Farming of Iran. Dryland Agricultural Research Institute. Maragheh. Iran. (In Persian).
24. Tesfaye, K., Walker, S., and Tsubo, M.2006. Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in a semi-arid environment. European Journal of Agronomy 25: 60-70.
25. Tuba Biçer, B. 2009. The effect of seed size on yield and yield components of chickpea and lentil. African Journal of Biotechnology 8(8): 1482-1487.
26. Tuba Bicer, B., Narin Kolender, A., and Akar, D.A. 2004. The effect of irrigation on spring-sown chickpea. Agronomy Journal 3: 154-158.
27. Ullah, A.J., Bakht, M., Shafi, W., and Islam, A. 2002. Effect of various irrigations levels on different chickpea varieties. Asian Journal of Plant Sciences 1: 355-357.
28. Zhang, H., Pala, M., Oweis, T., and Harris, H. 2000. Water use and water use efficiency of chickpea and lentil in a Mediterranean environment. Australian Journal of Agricultural Research 51: 295-304.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 11, No. 1, 2020, p. 88-99 (Research Article)

Evaluation of chickpea genotypes responses to supplementary irrigation in Maragheh region

Sadeghzadeh-Ahari, D.

Faculty member of Dryland Agricultural Research Institute (DARI),
Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran;
dsadeghzade@yahoo.com

Received: 7 May 2018
Accepted: 26 August 2018

DOI: 10.22067/ijpr.v11i1.72520

Introduction

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is the most important field crop among the food legumes in Iran. According to the published statistic by agricultural ministry of Iran, about 90% of planting areas of chickpea is under dryland conditions. In Iran, chickpea is often cultivated in areas with limited rainfall or soil moisture and drought is always a potential problem for its production. From the importance issue, drought stress is the second abiotic stress that affect on chickpea yield. Also drought stress is the most important factor which reduces food legume crops production (especially chickpea, lentil and pea) under dryland conditions of west Mediterranean and North Africa regions. Limiting or cutting of regional rainfalls at the end growing season time and existing of drought damage in flowering time is one of the most important limitations in chickpea cultivation under dryland conditions that have highly negative effect on chickpea yield and reports show that, the yield of chickpea is low in these regions. Suitable field management for using from the existing water in order to reduce drought stress damages, increase the yields of crops under dry and semi dry regions. Results of studies show that, using from supplementary irrigation in chickpea increase the total dry biomass, leaf area index, plant height and finally increase its yield under drylands. Also researchers reported that, flowering stage and pod filling period are the most important stages for application of supplementary irrigation in order to reducing of drought severity in food legumes.

Materials & Methods

This study was performed to evaluate the effects of supplementary irrigation on some agronomic traits and grain yield of four chickpea genotypes. The experiment was conducted for three consecutive seasons during 2010-13 under field condition in Maragheh Dryland Agricultural Research Station (Latitude 37°15′ N, Longitude 46°15´ E, and Altitude 1720 meter above sea level). The main plots were irrigation three-time (irrigation at planting, irrigation at planting and flowering times, and irrigation at planting, flowering and pod filling period). Each irrigation treatment included 40 mm water application in the experimental field. The sub plots were four Kabuli chickpea genotypes (Azad, Arman, ILC482 and a Turkish landrace from Van city). The soil of the experimental site is clay-lome, and the climate of the station is cold and semi drought with mean long term annual rainfall 360 mm, and with mean maximum and minimum absolute temperature about 37°C and -25°C in summer and winter, respectively. The mean annual air temperature in station is 9.3°C. Each experimental plot was 6 planting rows with 6 meter length and 25 cm distance between two rows. Some agronomic traits such as number of days from planting to 50% of flowering and maturity, pod filling period, plant height, 100 seed weight, dry biomass, grain yield, harvest index and productivity score of genotypes were noted and analyzed by MSTAT-C program. The comparison of means method was Duncan's Multiple Range Test in 5% probability level.

Results & Discussion

Combined analysis of variance showed that the year factor had significantly affected in all studied traits. The effect of irrigation times was significant on all traits except 100 seed weight, harvest index and productivity score. There were significantly differences among the genotypes in plant height, 100 seed weight, grain and dry biomass yields, harvest index and productivity score. The interaction of year×genotype significantly affected on all traits except plant height, dry biomass weight, harvest index and productivity score. Results showed that interaction effect of irrigation time by genotype was significant on seed and dry

biomass yields. It shows that different studied genotypes had different responses to supplementary irrigation times. The highest seed yield and dry biomass in all studied genotypes belonged to three-time irrigation. Azad cultivar seed yield under irrigation at planting time and flowering stage time was 1029 $Kg.ha^{-1}$ that comparing with its yield under irrigation only at planting time (648 $Kg.ha^{-1}$) increased about 58.8%. It was the highest increasing in response among all studied genotypes for this treatment. The lowest response (increasing seed yield) under two-time irrigation (planting time+flowering time) belonged to Turkish landrace and was 28.9%. In comparison of genotypes seed yields between one time irrigation treatment (irrigation at planting time) and three-time irrigation treatment (irrigation at planting+flowering and pod filling period) the highest and lowest increasing (71.6% and 51.3%) belonged to Arman cultivar and Turkish landrace, respectively. The interaction of year×irrigation time×genotype had not significantly effect on studied traits. The highest seed yield (1064 $Kg.ha^{-1}$) belonged to the three times irrigation treatment. Among the studied genotypes, the highest seed yield (939 $Kg.ha^{-1}$) belonged to ILC482.

Conclusion

In conclusion and based on the results it would stated that, application of 40 mm irrigation increases grain yield and improve most of the agronomic traits in spring cultivation of chickpea crop under Maragheh dryland condition.

Keywords: Agronomic traits, Productivity score, Seed yield, Spring planting